

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-282951

(43)Date of publication of application : 02.10.2002

(51)Int.CI.

B21D 24/00
 B21D 5/01
 B21D 22/20
 B30B 15/34

(21)Application number : 2001-083315

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 TOYODA IRON WORKS CO LTD
 SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 22.03.2001

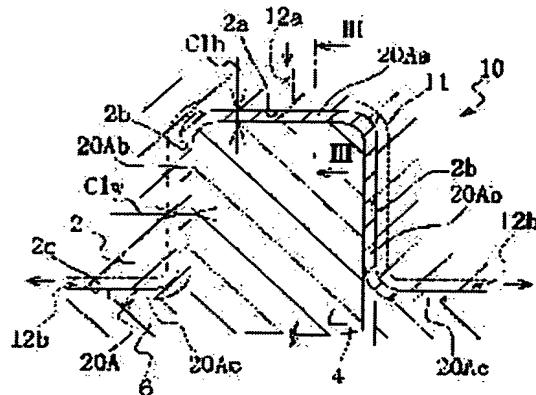
(72)Inventor : SUDO SHUNTARO
 YAMAZAKI NOBUAKI
 NAKADA MASAHIRO
 TOKUDA TOMOKICHI
 ICHIKAWA MASANOBU

(54) METHOD FOR HOT PRESS FORMING METAL PLATE AND APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for hot press forming a metal plate capable of manufacturing a pressed product with enhanced strength and good dimensional accuracy, and improving productivity.

SOLUTION: In this apparatus 10, clearance C_{lw} and C_{lh} between a die 2 and a punch 4 are set to be 1.0 to 1.9 times the thickness t of a metal plate 20, while a plurality of (five) coolant-introducing grooves 11 are provided in parallel at a predetermined space across the whole area of forming surfaces (bottom wall surface 2a, side wall surface 2b, and plate pressing surface 2c) of the die 2. In the hot press forming of the metal plate 20, when the punch 4 is at a lower dead point, namely under the condition of the clearances C_{lw} and C_{lh} being kept, a coolant is introduced into the grooves 11 provided in the die 2, consequently a work material 20A is cooled by a contact heat withdrawing effect owing to a metal mold as well as by a cooling effect owing to the coolant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する金属板材の熱間プレス成形方法であって、

前記ダイスと前記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の0.8～1.9倍として成形を行うことを特徴とする金属板材の熱間プレス成形方法。

【請求項2】 ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する金属板材の熱間プレス成形方法であって、

前記ダイスと前記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の1.0～1.9倍として成形を行い、該クリアランスを保って、前記ダイスの成形面と前記パンチの成形面とのうち少なくとも一方に設けた冷媒導入溝に冷媒を導入することを特徴とする金属板材の熱間プレス成形方法。

【請求項3】 ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する金属板材の熱間プレス成形装置であって、

前記ダイスと前記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の1.0～1.9倍に設定し得ると共に、前記ダイスの成形面と前記パンチの成形面とのうち少なくとも一方の成形面に形成されかつ冷媒を導入する冷媒導入溝を備えることを特徴とする金属板材の熱間プレス成形装置。

【請求項4】 前記冷媒の流れる方向に垂直な断面における前記冷媒導入溝の溝幅の総和(ΣW_i)と、該冷媒導入溝を含む構形成領域の幅(W)との比率($\Sigma W_i / W$)が0.15～0.75である請求項3記載の金属板材の熱間プレス成形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属板材の熱間プレス成形方法及び熱間プレス成形装置に関し、更に詳しくは、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を得ることのできる金属板材の熱間プレス成形方法及び熱間プレス成形装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来一般に、自動車部品等に用いられる高強度なプレス製品を得るためのプレス成形方法として、例えば、ダイスと、このダイスのパンチ挿入穴に挿脱するパンチとからなる金型を用いて、高強度な金属板材を冷間にてプレス成形してプレス製品を得るもののが知られている（例えば、特開平5-50151号公報）。

【0003】しかし、上記従来の冷間プレス成形方法では、金属板材は、その高強度化に伴って延性が低下する特性を有し、破断（いわゆるワレ）が生じてしまうため複雑な形状のプレス製品を得ることが困難であった。また、簡易な形状のプレス製品であっても、成形後の残留応力の解放によって生じる弾性回復（いわゆるスプリン

グバッジ）が問題となり、良好な寸法精度を得ることができない場合があった。さらに、金属板材と金型との接触面圧が上昇して、介在する潤滑油の耐圧荷重を超えてしまい表面性状不良（いわゆる型かじり）が発生し、製品品質が大幅に低下したり、金型の損傷により生産性が低下したりしていた。つまり、従来の冷間プレス成形方法では、寸法精度の点で様々な問題があり、高強度と良好な寸法精度とを両立したプレス製品を得ることはできなかった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記冷間プレス成形方法に代わる技術として、加熱された金属板材をプレス成形する熱間プレス成形方法が知られている。しかし、この熱間プレス成形方法における各種成形条件のうち、特に重要となるダイスとパンチとのクリアランスについて、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を得ることに対して適正な設計がなされていないことが実情であり、熱間プレス成形方法であっても、十分満足できるプレス製品を成形できなかった。また、このような熱間プレス成形では、所定の焼入れ硬度を確保するための被加工材の所定時間の保持工程が必要であり、さらに、量産時の金型への蓄熱による冷却効率の低下等によって生産性が低下してしまうといった問題があった。

【0005】尚、特開平10-109358号公報には、ダイスとパンチとのクリアランスをプラスチック材（円形シート）の板厚の0.6～1.0倍とし、加熱されたプラスチック板材に深絞り加工を施してプラスチック容器を製造する熱間プレス成形方法が開示されている。しかし、この熱間プレス成形方法では、被加工材としてプラスチック板材を対象とし、透明度及び寸法精度に優れたプラスチック容器を得ることを目的としている。即ち、上記従来技術は、被加工材として金属板材（例えば、鋼材）を対象とし、かつ、強度及び寸法精度に優れた金属プレス製品を得ることを全く目的としていない。

【0006】以上より、本発明の目的は、上記実情に鑑みてなされたものであり、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を得ることのできる金属板材の熱間プレス成形方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、さらに生産性をも向上させ得る金属板材の熱間プレス成形方法及び熱間プレス成形装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、熱間プレス成形方法におけるダイスとパンチとのクリアランス及び被加工材の冷却速度と、プレス製品の強度及び寸法精度との相関について詳細に検討し、本発明を完成させるに至った。即ち、請求項1記載の金属板材の熱間プレス成形方法は、ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する方法であって、前記ダイスと前

記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の0.8～1.9倍として成形を行うことを特徴とする。【0008】このような方法によれば、上記「クリアランス」が金属板材の板厚の0.8～1.0倍である場合には、しごき加工となって金型（ダイス、パンチ）と被加工材全面とが接触して高い接触抜熱効果が得られる。また、上記クリアランスが金属板材の板厚の1.0～1.9倍である場合でも、クリアランス内での材料のある程度のたわみ（蛇行）が生じ、金型と被加工材との接触が確保されるため接触抜熱効果が得られる。従って、接触抜熱効果により被加工材の冷却速度が高められ、均一で所定の焼入れ硬度及び良好な寸法精度を有するプレス製品が得られるといった利点がある。

【0009】上記クリアランスは、金属板材の板厚の0.8倍未満である場合には、つまり、しごき加工におけるしごき率が高い場合には、特に、金属板材が鋼材の際、しごき加工中に金型の抜熱により被加工材が急冷され、マルテンサイト変態により体積膨張するため、金型を破損する恐れがある。また、この急冷による焼入れにより被加工材の硬度が急上昇して、金型と被加工材との接触面圧が高まり、型かじりが発生する危険がある。さらに、離型時に、ダイスやパンチに対するプレス製品の食いつきが生じて生産性の低下を招く恐れがある。また、上記クリアランスは、金属板材の板厚の1.9倍を超えると、金型と被加工材との接触が確保されず、被加工材は全面空冷状態となり金型への抜熱効果がほとんどなくなってしまうため、冷却速度が低下して所定の焼入れ硬度を得られなかったり、焼入れ硬度にムラが生じたりし、プレス製品の強度が低下する。また、空冷により熱ひずみが発生しやすく、プレス製品の寸法精度が不良となる。さらに、上記クリアランスは金属板材の板厚に対して、さらなる強度及び寸法精度の向上といった観点から、好ましくは0.9～1.5倍である。

【0010】請求項2記載の金属板材の熱間プレス成形方法は、ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する方法であって、前記ダイスと前記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の1.0～1.9倍として成形を行い、該クリアランスを保って、前記ダイスの成形面とパンチの成形面とのうち少なくとも一方に設けた冷媒導入溝に冷媒を導入することを特徴とする。

【0011】このような方法によれば、金型と被加工材との接触による接触抜熱効果及び冷媒による冷却効果によって被加工材の冷却速度が高められ、均一で所定の焼入れ硬度及び良好な寸法精度を有するプレス製品が得られる。それと共に、被加工材の型内保持時間の短縮及び金型への蓄熱抑制を実現でき、生産性を向上させることができる等の利点がある。

【0012】上記「クリアランス」は、金属板材の板厚の1.0倍未満であると、プレス製品における型かじり

や冷媒導入溝の溝形の転写が顕著となる。金属板材の板厚の1.9倍を超えると、冷媒が設計どおりの冷媒導入溝内へ導入されず冷却ムラが生じ、焼入れ硬度にムラが生じて強度が低下する。また、上記クリアランスは、金属板材の板厚に対して、さらなる強度、寸法精度及び生産性の向上といった観点から、好ましくは1.1～1.5倍である。

【0013】請求項3記載の金属板材の熱間プレス成形装置は、ダイスとパンチとを用いて、加熱された金属板材をプレス成形する装置であって、前記ダイスと前記パンチとのクリアランスを、前記金属板材の板厚の1.0～1.9倍に設定し得ると共に、前記ダイスの成形面と前記パンチの成形面とのうち少なくとも一方の成形面に形成されかつ冷媒を導入する冷媒導入溝を備えることを特徴とする。

【0014】このような装置によれば、金型と被加工材との接触による接触抜熱効果及び冷媒による冷却効果によって被加工材の冷却速度が高められ、均一で所定の焼入れ硬度及び良好な寸法精度を有するプレス製品が得られる。それと共に、被加工材の型内保持時間の短縮及び金型への蓄熱抑制を実現でき、生産性を向上させることができる等の利点がある。

【0015】また、上記「冷媒導入溝」は、その形状、大きさ、構成は特に問わず、例えば、複数本の冷媒導入溝を所定間隔で並設して構成したり、1本あるいは複数本の冷媒導入溝を複数箇所で曲折して構成したりできる。また、冷却効率といった観点から、被加工材の側壁部に対応する成形面ではプレス方向に沿って設けることが好ましい。また、成形面の一部領域に設けることもできるが、均一な冷却といった観点から、成形面全域にわたって均等に設けることが好ましい。さらに、上記冷媒導入溝は、請求項4に示すように、前記冷媒の流れる方向に垂直な断面における前記冷媒導入溝の溝幅の総和と、該冷媒導入溝を含む溝形成領域の幅との比率が0.15～0.75であることが好ましい。より冷却効率を向上させることができるためである。

【0016】上記「比率」は、0.15未満である場合には、冷媒による冷却効果は小さく、冷却時間の短縮及び金型の蓄熱抑制を十分に実現できない。0.75を超えると、冷却効果は大きくなるが、溝幅が大きくなりすぎ、プレス製品にこの溝が転写され、製品外観が問題となる場合がある。また、上記「比率」は、さらなる冷却効率の向上といった観点から、好ましくは0.2～0.7である。

【0017】尚、上記クリアランスは、後述する実施態様に示すように、ダイスのパンチ押通穴の内壁面とパンチの外壁面との間に形成されるクリアランスC1wと、ダイスのパンチ押通穴の底壁面とパンチの先端壁面との間に形成されるクリアランスC1hとから構成することができる（図1(b)、図2参照）。これらのうち、クリアラ

ンス C_{1w} は、上述の各範囲内で設定されるが、クリアランス C_{1h} は、パンチ底部でのしきき加工が不可能なことから、素材板厚 t とすると、 $C_{1h}/t \geq 1.0$ でなければならない。ただし、成形条件により、パンチ底の板厚が減少する場合もあるため、成形品のパンチ底板厚 t_1 は、 $t_1 \leq t$ となるため、正確には、 $C_{1h}/t_1 \geq 1.0$ となる。このようなクリアランス設定を行うことで、全面でより均一な所定の焼入れ硬度及び良好な寸法精度を有するプレス製品を得ることができるためである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施の態様により図面に従って具体的に説明する。

（実施態様1）図1に示すように、熱間プレス成形装置1（以下、プレス成形装置1と記載する。）は、ダイス2と、このダイス2のパンチ挿通穴3に挿入し得るパンチ4と、ダイス2との間で金属板材20を挟持する板押えホルダ6とを備えて構成される。このパンチ4は角柱状の外郭形状に形成され、先端壁面4aと複数（4つ）の外壁面4bとを有している。また、ダイス2のパンチ挿通穴3は、パンチ4の外郭形状に対応して、底壁面2aと複数（4つ）の内壁面2bとを有している。また、パンチ4は単動プレス機（図示せず）によって、上死点（図1(a)参照）と下死点（図1(b)参照）とのストローク間で上下動可能とされている。

【0019】尚、上記プレス成形装置1は、単動プレス機によるクッション成形を模式的に示すが、複動プレス機で構成することもできる。また、上記プレス成形装置1によって成形されるプレス製品としては、ハット絞り成形による両側方が開口した開口型ハット製品25（図4(a)参照）や、角筒絞り成形による閉口型製品26（図4(b)参照）等を挙げることができ、要は、縦断面U字状の底付き製品であればよい。また、上記パンチ4及びダイス2のパンチ挿通穴3の形状は特に問わず、所望するプレス製品の形状に合わせて、例えば、角柱、角錐、円柱、円錐等に適宜変更することができる。また、上記ダイス2、パンチ4及び板押えホルダ6の材質は特に問わないが、熱間強度の観点から熱間加工用のダイス鋼が好ましい。ただし、後述の熱間プレス成形における金型の温度上昇が200°C以下の場合には、素材の熱伝導率が高く、金型への蓄熱が生じにくい冷間加工用のダイス鋼である方がよい場合がある。また、上記金属板材20の材質としては、鋼、銅、アルミニウム等が挙げられる。

【0020】図1(b)に示すように、上記パンチ4が下死点に位置するとき、パンチ外壁面4bとダイス2のパンチ挿入穴内壁面2bとの間にクリアランス C_{1w} が形成されると共に、パンチ先端壁面4aとダイス2のパンチ挿入穴底壁面2aとの間にクリアランス C_{1h} が形成される。クリアランス C_{1w} は、金属板材20の板厚 t （図1

（a）参照）の0.8～1.9倍の範囲内で適宜所定の値に設定される。

【0021】次に、上述のように構成したプレス成形装置1による金属板材20の熱間プレス成形方法について説明する。先ず、金属板材20を雰囲気炉等の加熱装置（図示せず）で所定の温度（例えば、800～1000°C）まで加熱する。次に、この加熱された金属板材20を、プレス成形装置1まで搬送し、上死点に位置するパンチ4とダイス2との間の所定の成形位置に位置決めセットを行う（図1(a)参照）。その後、この状態よりパンチ4を移動させ、パンチ先端壁面4aで金属板材20を押圧しつつ熱間プレス成形を行って、最終的にパンチ4を下死点とさせる（図1(b)参照）。このとき、クリアランス C_{1w} 、 C_{1h} を保った状態で、被加工材20A全体が焼入れ終了温度（金属板材の材質が鋼の場合は、mf点に相当する。）に低下するまでの適正保持時間で被加工材20Aの型内保持を行う。

【0022】このような被加工材20Aの型内保持において、被加工材20A全面に対して金型（ダイス2、パンチ4及び板押えホルダ6）が直接接触し、この金型の接触による抜熱効果によって被加工材20Aの冷却速度が高められ、均一で所定の焼入れ硬度及び良好な形状性を有するプレス製品を得ることができる。

【0023】尚、上記熱間プレス成形方法において、金属板材20が鋼材の場合には、被加工材20Aの表面にスケール被膜が発生し、このスケール被膜が固体潤滑機能を発現し、型かじりを防止することができる。ただし、脱落したスケールが金型上に堆積すると、プレス製品への押込み傷となって問題となるため、定期的に金型の清掃を行う必要がある。また、黒鉛系の潤滑剤を使用してもかまわない。

【0024】（実施態様2）次に、図2、3において実施態様2について説明するが、この実施態様2で特徴的な構成はプレス成形装置に備えられた冷却機構及びクリアランス間隔であり、上述の実施態様1と略同様な構成部分は同一符号を付け重複した説明は省略する。図2に示すように、このプレス成形装置10は、ダイス2の成形面（底壁面2a、側壁面2b及び板押え面2c）全域にわたって所定間隔で並設した複数（5つ）の冷媒導入溝11と、これら各冷媒導入溝11に対して冷媒を供給、回収するための冷媒循環装置（図示せず）とを備えている。各冷媒導入溝11は、導入口12a及び排出口12bを介して冷媒循環装置に配管連絡される。また、図3に示すように、各冷媒導入溝11は、冷媒の流れる方向に直交する断面が略半円形に形成されている。そして、互いに隣接する複数（例えば、4つ）の冷媒導入溝におけるその断面の各溝幅 $W_1 \sim W_4$ の総和 ΣW_i ($i = 1 \sim 4$) と、これら複数の冷媒導入溝11を含む溝形成領域の幅 W との比率 $\Sigma W_i/W$ は0.15～0.75の範囲内で適宜所定の値に設定されている。また、上記

パンチ4が下死点に位置するとき、各クリアランスC1w, C1hは、金属板材20の板厚tの1.0～1.9倍の範囲内で適宜所定の値に設定される。

【0025】そして、このように構成されたプレス成形装置10による金属板材20の熱間プレス成形方法では、実施態様1と同様にして、加熱された金属板材20を成形位置に位置決めセットし、パンチ4を下死点まで移動させる。このとき、クリアランスC1w, C1hを保った状態で、冷媒循環装置の作用によって冷媒が導入口12aを介して冷媒導入溝11へ導入され、被加工材20Aの底壁部20Aa、側壁部20Ab、フランジ部20Acに対して順次接触しつつ流れ、排出口12bより排出される。そして、被加工材20A全体が焼入れ終了温度に低下するまでの適正保持時間で被加工材20Aの型内保持が行われる。

【0026】このような被加工材20Aの型内保持において、被加工材20Aに対して、金型（ダイス2、パンチ4及び板押えホルダ6）が直接接触し、さらに、冷媒導入溝11を流れる冷媒が直接接触する。従って、金型による接触抜熱効果と共に冷媒による冷却効果によって被加工材20Aの冷却速度が極めて高められ、均一で所定の焼入れ硬度及び良好な寸法精度を有するプレス製品を得ることができる。さらに、被加工材20Aの型内保持時間を短縮することができると共に、量産時の金型への蓄熱を抑制することができ、プレス製品の生産性を向上することができる。

【0027】尚、上記冷媒導入溝11は、ダイス2及びパンチ4の両方の成形面に設けて被加工材20Aの表裏両面を冷却するようにしてもよく、あるいは、パンチ4の成形面にのみ設けてよい（図5参照）。また、1本あるいは複数本の冷媒導入溝11を屈曲や湾曲して、平面形状を渦巻き状等で構成してもよい。また、冷媒導入溝11の断面形状を多角形状としてもよい。また、上記

冷媒としては、一般的には水であったり、合成材等を分散させた水溶液であったりすることが適當である。また、上記冷媒は、高温状態の被加工材と直接的に接触するため原則として不燃性のものがよい。さらに、被加工材20Aと化学反応が生じにくいものが好ましい。

【0028】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明する。

（実施例1）本実施例1は、被加工材の冷却を金型の接触抜熱効果で行うタイプであって、クリアランスC1wを変更した際のプレス製品の強度、寸法精度及び生産性について検討したものである。また、本実施例1では、実施態様1で説明したプレス成形装置1（図1参照）を使用して、ハット絞り成形によりハット製品25（図4(a)参照）を試作した例（後述する表1の実験例1～10）を示す。また、金属板材20として、冷延鋼材：300mm×80mm×1.2mm（板厚t）を用いた。また、上記プレス成形装置1において、ダイス幅：80mmとし、ダイス及びパンチ肩幅：10mmとした。また、パンチ幅及び成形深さを変更して、クリアランスC1wを絶対値0.8～2.4mmの範囲内で変更し、クリアランスC1hは絶対値1.2mmで固定した。特に、実験例1, 2は、クリアランスC1wを冷延鋼材の板厚tの0.8倍未満とした例である。また、実験例3～9は、クリアランスC1wを板厚tの0.8～1.9倍とした例である。また、実験例10は、クリアランスC1wを板厚tの1.9倍を超える例である。これら実験例1～10の各クリアランスC1wの具体的な値を表1に示す。尚、潤滑剤としてグラファイト系潤滑剤を用いた。また、ダイス2と板押えホルダ6との間のクッション圧は9.8kNとした。

【0029】

【表1】

表 1

実験例	クリアランス		冷却方法	導幅比	評価						総合評価
	絶対値 (mm)	板厚比			側壁部硬度	底壁部硬度	形状	表面損傷	適正保持時間 (秒)	型温度差 (°C)	
1	0.8	0.67	型接触抜熱タイプ	0.50	○	×	×	×	4	32	×
2	0.9	0.75			○	×	×	×	4	31	×
3	1.0	0.83			○	○	○	○	4	31.5	○
4	1.2	1.00			○	○	○	○	4	30	○
5	1.4	1.17			○	○	○	○	4	30	○
6	1.6	1.33			○	○	○	○	6	29	○
7	1.8	1.50			○	○	○	○	13	28	○
8	2.0	1.67			○	○	○	○	20	28.5	○
9	2.2	1.83			○	○	○	○	24	21.5	○
10	2.4	2.00			×	×	×	○	無し	15	×
11	0.8	0.67	冷媒併用タイプ	0.50	○	×	×	×	2	12	×
12	0.9	0.75			○	×	×	×	2	12.5	×
13	1.0	0.83			○	×	×	2	12	×	×
14	1.2	1.00			○	○	○	○	2	11.5	○
15	1.4	1.17			○	○	○	○	2	12	○
16	1.6	1.33			○	○	○	○	2.5	12	○
17	1.8	1.50			○	○	○	○	3	12	○
18	2.0	1.67			○	○	○	○	4	11	○
19	2.2	1.83			○	○	○	○	5	10	○
20	2.4	2.00			×	×	×	○	無し	8	×
21			1.00	0.50	0.10	○	○	○	4	29	△
22					0.20	○	○	○	2.5	21	○
23					0.30	○	○	○	2.5	15	○
24	1.2				0.40	○	○	○	2	13	○
25					0.60	○	○	○	1.5	10	○
26					0.70	○	○	○	1.5	8	○
27					0.80	○	○	×	1.5	6.5	△

【0030】上記ハット製品25の成形手順として、まず、冷延鋼材20を雰囲気炉内で約950°Cまで加熱した。次に、この加熱された鋼材を、プレス成形装置1まで搬送し、パンチ4とダイス2との間の成形位置にセットした。その後、鋼材20の温度が900°C以上の状態で、パンチ4とダイス2で熱間プレス成形を行い、そのパンチ4の下死点において、クリアランスC1w, C1hを保った状態で、被加工材20A全体が焼入れ終了温度(mf点)に低下するまでの適宜保持時間で被加工材20Aの型内保持を行った。その後、離型してハット製品25を取り出した。

【0031】そして、得られたハット製品25の評価方法として、硬度、形状、表面損傷、適正保持時間及び型温度差を用いた。この方法及び評価基準は、ハット製品25の側壁部及び底壁部の硬度を測定し、所定の硬度以上であれば良好(○)とし、所定の硬度未満であったり、各壁部において硬度のムラがあった場合には不良(×)とした。これら各壁部の硬度の良好、不良の判断を強度の評価指標とした。また、ハット製品25の側壁部及び底壁部を目視観察し、熱歪みによる大きなうねり状のしわの発生の有無によって、形状の良好、不良を決定した。また、ハット製品25の側壁部を目視観察し、型かじりによる顕著なかじり傷の発生の有無によって、表面損傷の良好、不良を決定した。これら表面形状及び表面損傷の良好、不良の判断を寸法精度の評価指標とし

た。また、金型内に保持された被加工材20Aの各部温度を熱電対により測定し、最も冷却の遅い部分が焼入れ終了温度(mf点)を切るまでの時間を測定し、適正保持時間とした。尚、計測時間が鋼板の臨界冷却速度を下回る場合には、適正保持時間無しと判断した。また、成形を開始してから30秒後の被加工材20Aの側壁部に對応する金型表面温度を接触式の表面温度計にて計測し、成形前後の型温度差とした。また、適正保持時間無しのものは、被加工材20Aに30秒間の型内保持を行って型開きした直後に測定した金型表面温度を型温度差とした。上記適性保持時間及び型温度差の値を生産性の評価指標とした。これらの結果を表1に示す。

【0032】表1の結果によれば、実験例1, 2は、クリアランスC1wを冷延鋼材の板厚tに対して0.8倍未満としてあるので、ハット製品25の側壁部は所定の焼入れ硬度を有していた。しかし、ハット製品25には、金型への強度のしごき加工に起因する表面形状不良が生じ、また、線状の多数の擦り傷が表面損傷として確認され、連続成形時の大規模な型かじりの発生が懸念される。

【0033】また、実験例3~9は、クリアランスC1wを板厚tの0.8~1.9倍としてあるので、ハット製品25の側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していた。また、ハット製品25の表面には、しわや擦り傷がほとんど確認されなかった。

【0034】また、実験例10は、クリアランスC1wを板厚tの1.9倍を超える値としてあるので、金型と被加工材との接触がほとんどなくなり、側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していなかった。また、ハット製品25の表面には、大きなうねり状のしわが確認された。尚、実験例1～10では、適正保持時間は比較的長く、かつ、型温度差も比較的高い値を示した。

【0035】以上より、実験例1、2では、ハット製品25の寸法精度の点で劣っており、その生産性も低いため、総合評価として実用上問題があると言える。また、実験例10では、ハット製品25の強度及び寸法精度の点で劣っており、その生産性も低いため、総合評価として実用上問題があると言える。これに対して、実験例3～9では、その生産性についてはやや劣っているが、ハット製品25の強度及び寸法精度が優れており、総合評価として実用上好ましいと言える。

【0036】(実施例2) 本実施例2は、被加工材の冷却を、金型の接触抜熱効果に加え冷媒の冷却効果によって行うタイプである。そして、クリアランスC1w及び溝幅比を夫々変更した際のプレス製品の強度、寸法精度及び生産性について検討したものである。また、本実施例2では、実施態様2で説明したプレス成形装置10(図2参照)を使用して、ハット絞り成形によってハット製品25(図4(a)参照)を試作する例(表1の実験例11～27)を示す。実験例11～20では、冷媒導入溝11の溝幅比ΣWi/Wを所定の値:0.5とし、クリアランスC1wを絶対値0.8～2.4mmの範囲内で変更し、クリアランスC1hを絶対値1.2mmで固定した。特に、実験例11～13は、クリアランスC1wを冷延鋼材の板厚tの1.0倍未満とした例である。また、実験例14～19は、クリアランスC1wを板厚tの1.0～1.9倍とした例である。また、実験例20は、クリアランスC1wを板厚tの1.9倍を超える値とした例である。また、実験例21～27では、冷媒導入溝11の溝幅比ΣWi/Wを0.1～0.8の範囲内で変更し、クリアランスC1w、C1hを所定の絶対値1.2mmに固定した。特に、実験例21は、溝幅比を0.15未満とした例である。また、実験例22～26は、溝幅比を0.15～0.75とした例である。また、実験例27は、溝幅比を0.75を超える値とした例である。これら各実験例11～27におけるクリアランスC1w及び溝幅比の具体的な値は表1に示す。

【0037】上記ハット製品25の成形手順として、実施例1と同様にして、加熱された鋼材を、プレス成形装置10のパンチ4とダイス2とで熱間プレス成形を行い、そのパンチ4の下死点において、クリアランスC1w、C1hを保った状態で、冷媒導入溝11へ冷媒を導入する。そして、この冷媒導入溝11内を流れる冷媒が、被加工材20Aの底壁部20Aa、側壁部20Ab、フランジ部20Acを順次冷却していき、被加工材20A

全体が焼入れ終了温度(mf点)に低下するまでの適正保持時間で被加工材20Aの型内保持を行い、その後、離型してハット製品25を取り出した。尚、冷媒は水道水とし、その流量を溝幅比に関係なく0.5L/minとした。また、金属板材の材質、ダイス及びパンチの各寸法値等や、プレス製品の評価基準等は実施例1と同じものを用い、その結果を表1に示す。

【0038】表1の結果によれば、実験例11～13は、クリアランスC1wを冷延鋼材の板厚tに対して1.0倍未満としてあるので、側壁部は所定の焼入れ硬度を有していたが、ハット製品25には、金型への強度のしき加工に起因する形状不良が生じ、さらに線状の多数の擦り傷として表面損傷が確認された。

【0039】また、実験例14～19は、クリアランスC1wを板厚tの1.0～1.9倍としてあるので、側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していた。また、ハット製品25の表面には、しわや擦り傷がほとんど確認されていない。

【0040】また、実験例20は、クリアランスC1wを板厚の1.9倍を超える値としてあるので、側壁部及び底壁部は焼入れ硬度にムラが有った。また、ハット製品25の表面には、大きなうねり状のしわが確認された。尚、上記実験例11～20では、実験例3～9に比べ、適正保持時間が短く、かつ、型温度差も低い値を示した。

【0041】以上より、実験例11～13では、ハット製品25の寸法精度の点で劣っており、総合評価として実用上問題があると言える。また、実験例20では、ハット製品25の強度及び寸法精度の点で劣っており、総合評価として実用上問題があると言える。これに対して、実験例14～19では、ハット製品25の強度及び寸法精度が優れており、さらに生産性も大幅に向上でき、総合評価として実用上極めて好ましいと言える。

【0042】また、実験例21は、溝幅比を0.15未満としてあるので、側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していた。また、ハット製品25の表面には、しわや擦り傷がほとんど確認されなかった。また、実験例3～9に比べ、適正保持時間及び型温度差は略同じ値を示した。以上より、実験例21では、ハット製品25の強度及び寸法精度の点で優れているが、生産性についてはやや劣っているため、総合評価として実用上問題がない程度と言える。

【0043】また、実験例22～26は、溝幅比を0.15～0.75としてあるので、側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していた。また、ハット製品25の表面には、しわや擦り傷がほとんど確認されなかった。さらに、実験例3～9、21に比べ、適正保持時間は短く、かつ、型温度差も低い値を示した。以上より、実験例22～26では、ハット製品の強度及び寸法精度点で優れ、さらに、生産性も大幅に向上でき、総合評価とし

13

て実用上極めて好ましいと言える。

【0044】また、実験例27は、溝幅比を0.75を超える値としてあるので、側壁部及び底壁部は所定の焼入れ硬度を有していたが、ハット製品25の表面には、底壁部に冷媒導入溝11の転写が確認された。また、実験例3~9、21に比べ、適正保持時間は短く、かつ、型温度差も低い値を示した。以上より、実験例27では、ハット製品の強度の点で優れ、しかも、その生産性を大幅に向上できるが、寸法精度の点でやや劣っているため、総合評価として実用上問題がない程度と言える。

【0045】

【発明の効果】請求項1記載の金属板材の熱間プレス成形方法では、クリアランスを保った状態で、被加工材を、金型との接触抜熱効果によって冷却し、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を得ることができる。従って、例えば自動車部品の高強度化に対応しながら軽量化も実現でき、ひいては、自動車運転における燃費低減に貢献できる。請求項2記載の金属板材の熱間プレス成形方法では、クリアランスを保った状態で、被加工材を、金型との接触抜熱効果及び冷媒冷却効果によって冷却し、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を生産効率良く得ることができる。

【0046】請求項3記載の金属板材の熱間プレス成形*

10

20

14

*装置では、強度及び寸法精度に優れたプレス製品を生産効率良く得ることができる。請求項4記載の金属板材の熱間プレス成形装置では、請求項3記載の装置により得られる効果に加え、さらに生産性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施態様1の熱間プレス成形装置を説明するための説明図であり、(a)はパンチが上死点である状態を示し、(b)はパンチが下死点である状態を示す。

【図2】実施態様2の熱間プレス成形装置を説明するための説明図である。

【図3】図2のIII-III線断面拡大図である。

【図4】プレス製品を説明するための説明図であり、(a)は閉口型のプレス製品を示し、(b)は開口型のプレス製品を示す。

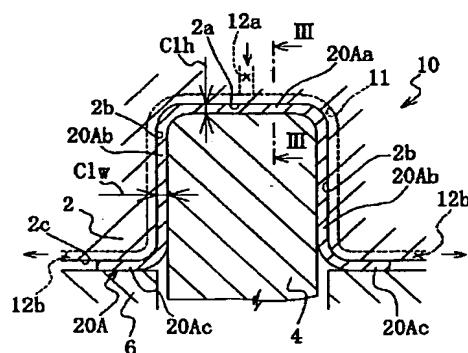
【図5】冷媒導入溝の他の例を説明するための説明図である。

【符号の説明】

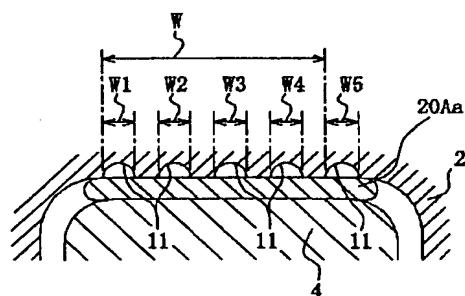
1:熱間プレス成形装置、2:ダイス、4:パンチ、1
1:冷媒導入溝、20:金属板材、C1w, C1h:クリア

ランス、ΣWi:冷媒導入溝の溝幅の総和、W:溝形成領域の横幅、比率:ΣWi/W。

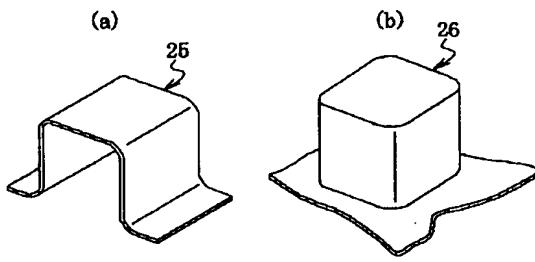
【図2】



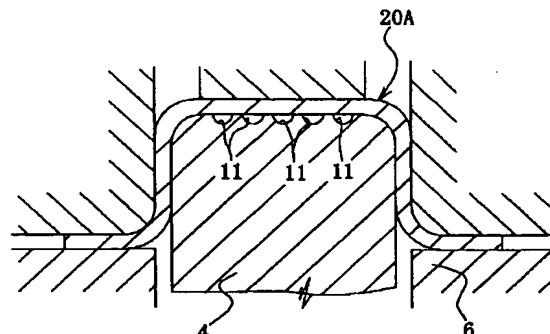
【図3】



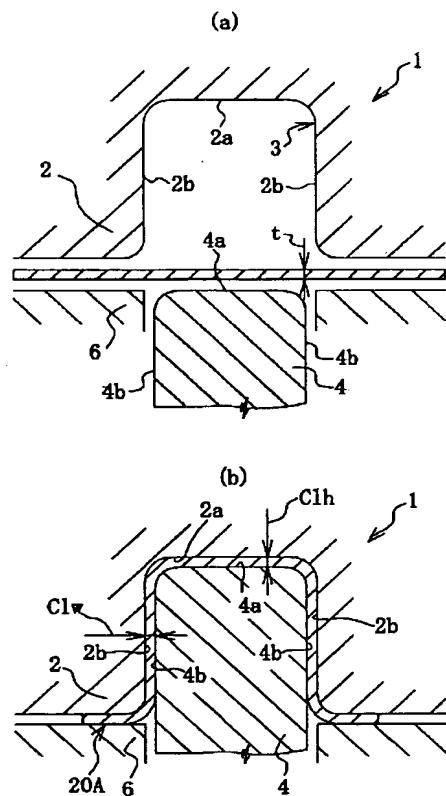
【図4】



【図5】



【図1】



フロントページの続き

(51)Int.C1.⁷
B 3 0 B 15/34

識別記号

F I
B 3 0 B 15/34

マークド(参考)
Z

(72)発明者 須藤 俊太郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
(72)発明者 山崎 信昭
愛知県豊田市細谷町4丁目50番地 豊田鉄
工株式会社内
(72)発明者 中田 匡浩
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(72)発明者 徳田 友吉
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内
(72)発明者 市川 正信
愛知県豊田市細谷町4丁目50番地 豊田鉄
工株式会社内
F ターム(参考) 4E063 AA01 BA01 CA06 DA01 JA01
JA07 KA02 KA05 MA18
4E090 AA01 AB01 DA01 DA09 HA01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.